Lane Medical Library

Ueber die Bedeutung des negativen Thoraxdruckes.

Inaugural-Dissertation

der

medicinischen Facultät zu Königsberg i. Pr.

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

vorgelegt und öffentlich vertheidigt

am Sonnabend den 27. Februar 1886,
Mittags 11 Uhr,

von

Rudolf Cohn,
prakt. Arzt.

Opponenten:

Fritz Huth, cand. med.
Benno Herzog, cand. med.

Königsberg.
Hartungsche Buchdruckerei.

Seinem hochverehrten Lehrer

Herrn Prof. Dr. O. Langendorff

in Dankbarkeit gewidmet

vom

Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153514_0095

Seit den bekannten Untersuchungen von Donders hat man der Negativität des intrathorakalen Druckes allgemein eine grosse Bedeutung für die Circulation des Blutes zugeschrieben. Vor Allem nimmt man an, dass durch dieselbe das Zurückströmen des Venenblutes ins Herz eine erhebliche Förderung erfahre. Auf Veranlassung des Herrn Professor Dr. Langendorff stellte ich mir die Aufgabe, zu untersuchen, wie gross die Veränderungen in den Kreislaufsverhältnissen sein möchten, wenn man die Negativität des in den Pleuraräumen herrschenden Drucks beseitigte. Gleichzeitig sollte auch untersucht werden, ob nach einer solchen Beseitigung eine ausreichende Athmung noch möglich sei.

Da die Ergebnisse dieser Untersuchungen, die sämmtlich im hiesigen physiologischen Institute angestellt worden sind, mir nicht ohne Wichtigkeit für die Lehre vom negativen Thoraxdruck zu sein scheinen, so will ich sie in Nachstehendem mittheilen.[1])

Zur Ausgleichung des negativen Thoraxdruckes mit dem atmosphärischen wurden bei Thieren beide Pleurasäcke eröffnet. Um zunächst allgemein zu entscheiden,

1) Diese Versuche sind schon in Pflügers Archiv für Physiologie, Bd. XXXVII. kurz mitgetheilt.

welchen Einfluss ein derartiger Eingriff auf den Kreislauf ausübe, machte ich einen Versuch an einer mit Curare vergifteten Katze, bei der künstliche Respiration vor und nach der Operation unterhalten wurde; ein Quecksilbermanometer registrirte während der Dauer des Versuchs den Blutdruck. Der Versuch gestaltete sich, wie folgt:

Eine mittelgrosse schwarze Katze wird chloroformirt und auf den Rücken gebunden; nachdem in die frei präparirte rechte vena jugularis 2,4 ccm einer 2 proc. Morphiumlösung injicirt waren, worauf die Katze in gute Narkose fiel, machte ich Tracheotomie und injicirte in die v. jugularis 4,8 ccm einer 0,5proc. Curarelösung; mit dem Aufhören der spontanen Athmung wird künstliche Respiration eingeleitet. Hierauf durchtrennte ich beiderseits über dem vierten Intercostalraum Haut und Musculatur bis auf die Intercostalmuskeln in einer Breite von circa $1^1/_2$ Zoll, verband dann die linke Carotis mit dem Kymographion und liess die Blutdruckscurve aufzeichnen. Jetzt eröffnete ich die rechte Pleurahöhle mit stumpfen Häkchen etwa 2 cm breit und legte eine Glascanüle mit einem Lumen von circa 1 cm hinein, so dass die atmosphärische Luft beständig freien Zutritt hatte. Dasselbe wird dann auch links gemacht. Es zeigten sich nun weder in der Blutdruckshöhe noch in der Pulsfrequenz wesentliche Veränderungen. Nur die Athemschwankungen des Blutdrucks waren nach einseitigem Pneumothorax sehr niedrig geworden und nach doppelseitigem fast gänzlich verschwunden.

So sicher auch dieser Versuch bereits die Thatsache beweist, dass der negative Thoraxdruck fortfallen kann, ohne dass die Circulation in erheblicher Weise gestört wird, so ist doch dieses von mir eingeschlagene Verfahren nicht ausreichend, um die Frage nach der Bedeutung

der Thoraxaspiration für Kreislauf und Athmung des selbstständig respirirenden Thieres zu entscheiden, denn erstens gestattet es keine Beobachtungen in Bezug auf etwaige Veränderungen, denen die Athmung nach Aufhebung des negativen Thoraxdruckes unterliegen könnte, und zweitens kann die Art der künstlichen Athmung, wie ich sie hier einleitete, die normalen Kreislaufsverhältnisse beeinträchtigen, denn es ist für die Füllung der Lungengefässe, und damit auch für den ganzen Kreislauf durchaus nicht irrelevant, ob die Lunge durch Zug von aussen oder durch Druck von innen ausgedehnt wird, und diese eventuellen Veränderungen wird man von vorneherein nicht richtig in Anschlag bringen können.

Deshalb stellte ich die weiteren Versuche an nicht curaresirten, selbstthätig athmenden Thieren an und verschloss nach Eröffnung der Pleurahöhlen und nachdem ich annehmen konnte, dass der Druckausgleich geschehen sei, die Thoraxwunden durch Suturen.

Gleich der erste Versuch, den ich an einem Kaninchen unternahm, ergab ein bemerkenswerthes Resultat. Ich narkotisirte ein mittelgrosses Kaninchen mit etwa $^1/_2$ g Chloralhydrat, das ich in die Bauchhöhle injicirte, band es in Bauchlage fest, durchtrennte rechts hinten unter der Scapula neben der Wirbelsäule über dem sechsten oder siebenten Intercostalraume Haut und Musculatur, eröffnete dann die Pleurahöhle mit zwei stumpfen Häkchen ungefähr in einer Ausdehnung von 1 cm, hielt sie circa eine Minute offen, und da ich annehmen konnte, dass jetzt ein vollständiger Druckausgleich stattgefunden, legte ich vier Nähte durch die Musculatur, pinselte Collodium darüber und legte dann noch durch die Haut einige Suturen, worüber auch Collodium gepinselt wurde, so dass die Wunde ganz

luftdicht geschlossen war. Nach einigen Minuten machte ich dieselbe Operation auf der andern Seite.

Auffallender Weise bot nun das Thier nicht die geringsten Zeichen von Dyspnoe oder irgend einer sonstigen Störung dar, die Athemfrequenz war annähernd dieselbe wie vorher. Es erwachte bald aus der Narkose, sprang munter im Zimmer umher und unterschied sich überhaupt in nichts von einem normalen Thier. Nach über drei Monaten war es noch am Leben und anscheinend gesund.[1])

In ähnlicher Weise wurden weitere Versuche an Kaninchen, Katzen und einer Ratte angestellt. Letztere z. B. trug auch keine schädlichen Folgen von der Operation davon und war noch nach acht Wochen am Leben. Ich wandte bei diesen Versuchen nur die Modification im Operationsverfahren an, dass ich schon vor Eröffnung der Pleurahöhle eine Reihe von Nähten durch die Musculatur legte und lose knotete, um nach der Eröffnung alle Nähte gleichzeitig zuziehen und so die Pleura in einem bestimmten Moment schliessen zu können.

Nicht alle Operationen gaben jedoch das oben beschriebene günstige Resultat, sondern nicht selten, und zwar entweder sofort nach der Operation — in manchen Fällen sogar schon nach Schluss des ersten Pneumothorax — oder erst eine Reihe von Stunden später gingen die Thiere unter den Zeichen acuter oder länger protrahirter Erstickung zu Grunde, worauf ich später noch zurückkommen werde.

Es erhob sich nun die Frage, ob nicht das günstige Ergebniss der ersterwähnten Versuche darauf

1) Die Section des nunmehr getödteten Thieres zeigte allerdings beiderseits zahlreiche strangförmige Adhäsionen zwischen Pleura pulmonalis und parietalis, was nicht Wunder nehmen konnte, da ich ohne jede Antisepsis operirt hatte.

zurückzuführen sei, dass die bei der Eröffnung der Pleurahöhlen in sie eingedrungene Luft sehr schnell nach dem Verschluss derselben resorbirt und dadurch die alte Negativität des Intrathoracaldruckes wiederhergestellt wurde.

Theils um dies zu entscheiden, theils auch um mich darüber zu vergewissern, in wie weit durch die Eröffnung der Pleurahöhle ein Druckausgleich mit der äussern Luft zu Stande gekommen sei, bestimmte ich bei vielen Thieren, sowohl solchen, die an den Folgen der Operation starben, als auch solchen, die dieselbe überlebten und die ich bald darauf oder später tödtete, nach der Dondersschen Methode mit Hilfe eines in die Trachea fest eingebundenen Wassermanometers durch breite Eröffnung des Thorax den in ihm herrschenden Druck. Während der so gemessene Druck nach Heynsius bei normalen Kaninchen — 30 bis — 40 mm Wasser beträgt, welche Zahl auch mit der von mir gefundenen annähernd übereinstimmt, fand ich ihn nach der Operation in den meisten Fällen = 0, in einigen wenigen Fällen bis höchstens — 10 mm Wasser; nur bei Katzen war es mir nie gelungen, den negativen Druck vollständig zu beseitigen, sondern ich fand immer einen, wenn auch ganz geringen negativen Druck erhalten.

Null war auch der Druck bei einem Kaninchen, das ich 24 Stunden nach der Operation tödtete und das bis dahin sich ganz normal gezeigt hatte. Das scheint mir zu beweisen, dass in dieser Zeit noch keine Spur von Resorption eingetreten war, denn sonst hätte sich eine bestimmte Negativität des Pleuradrucks wiederhergestellt haben müssen. In einem andern Versuche fand ich nach drei Tagen bei einem operirten Kaninchen, dessen Verhalten bis dahin ebenfalls keine Abnormität hatte erkennen lassen, einen negativen Druck von

9—10 mm Wasser, also etwa nur den dritten Theil des normalen negativen Druckes, wobei ich es unentschieden lassen muss, ob von vornherein diese geringe Negativität bestehen geblieben, oder ob eine geringe Resorption in dieser doch relativ langen Zeit schon eingetreten war.

Jedenfalls folgt aus diesen Versuchen, dass Thiere bei absolutem Fehlen oder doch bedeutender Herabsetzung des negativen Thoraxdruckes sehr wohl fortleben können, und dass, wenn sie zu Grunde gehen, es nicht der Fortfall des negativen Thoraxdruckes sein kann, der ihrem Leben ein Ende macht, sondern dass ganz andere Ursachen dabei mitspielen müssen.

Um ein sicheres Urtheil über den Ablauf der Kreislaufserscheinungen nach Ausführung der Operation zu gewinnen, wurde in einer Anzahl von Versuchen der Blutdruck vor und nach der Operation gemessen und graphisch verzeichnet. Die so gewonnenen Curven ergaben keine sichtbare Veränderung der Blutdruckshöhe, die Athemschwankungen waren oft noch schöner ausgeprägt als vor der Operation, auch fanden die zeitlichen Beziehungen zwischen Athmungen und Athemschwankungen des Blutdrucks wie beim normalen Thiere statt. Dass schwere Circulationsstörungen nicht bestehen konnten, bewies auch die unverändert bleibende Frequenz des Pulses, ferner die Thatsache, dass der Harn sich stets als eiweissfrei erwies. Auch Störungen des Lymphstromes, der ja in besonderer Weise durch die Negativität des Thoraxdruckes begünstigt wird, schienen nicht eingetreten zu sein, wenigstens waren niemals Oedeme bemerkbar.

Auch die Athmung wurde genauer untersucht. Was die Athemfrequenz vor und nach Aufhebung des negativen Druckes anlangt, so muss ich darauf hin-

weisen, dass Kaninchen schon in der Norm sehr unregelmässig athmen, dass Athemfrequenzschwankungen von 60 bis 200 in der Minute vorkommen; immerhin wird die Athmung durch die Narkose regelmässiger. Ich habe nun bei einer Reihe von Thieren (Kaninchen und Katzen) die Athemfrequenzen während der Narkose vor und nach Anlegung und Schliessung des doppelseitigen Pneumothorax bestimmt und in folgender Tabelle zusammengestellt. Natürlich habe ich darin nur solche Versuche aufgenommen, bei denen die Thiere die Operation überlebten, ohne bemerkbare Störungen in ihrem Verhalten aufzuweisen.

Thier.	Athemfrequenz vor Pneumothorax in 15 Sec.	Athemfrequenz nach doppelseitigem Pneumothorax in 15 Sec.	Getödtet nach	Thoraxdruck.
Kaninchen...	12	13—18	$3^1/_2$ Monaten	—
Kaninchen...	17	16	$1^1/_2$ Stunden	0
Kaninchen...	14	30	24 Stunden	0
Kaninchen...	20	28—50	3 Tagen	—9 bis —10 mm H_2O
Kaninchen...	—	12—9	1 Stunde	—8 bis —9 mm H_2O
Kaninchen...	8	12	$2^1/_2$ Stunden	0
Katze.....	5	4	2 Stunden	—
Katze.....	5	$5^1/_2$	$1^1/_2$ Stunden	—

Man ersieht daraus, dass erhebliche Frequenzveränderungen nach der Operation in den meisten Fällen nicht stattgefunden haben; in manchen Fällen war die Frequenz allerdings vermehrt, aber die Narkose mochte hier nicht mehr tief genug gewesen sein, und da athmen

auch normale Kaninchen bedeutend schneller als während der Narkose.

Eine bedeutende Vermehrung der Athemanstrengung, insbesondere eine Inanspruchnahme der auxiliären Athemmuskeln konnte ebensowenig bemerkt werden.

Es schien mir ferner von Interesse zu sein, die Athemvolumina, d. h. die Luftmenge, die das Thier in einer bestimmten Zeit ein- oder ausathmet, durch Versuche festzustellen. Dies machte ich in folgender Weise: Bei tief narkotisirten Katzen oder Kaninchen wurde die Trachea eröffnet und in dieselbe eine möglichst weite kurze T-Canüle eingebunden, deren einer Schenkel frei mit der Luft communicirte, jedoch nach Belieben geschlossen werden konnte, während der andere Schenkel durch eine Y-Röhre mit zwei sehr leicht gehenden Müllerschen Wasserventilen in Verbindung stand, von denen das eine nur die Inspiration, das andere nur die Exspiration gestattete. Das Inspirationsventil communicirte frei mit der Luft, das Exspirationsventil leitete die hindurchtretende Luft durch eine Elstersche Gasuhr, an der ein Hammer angebracht ist, der durch einen Schlag an eine Glocke je ein Liter hindurchgehende Luft anzeigt. Die Glocke schraubte ich ab und stellte dem Hammer gegenüber eine Mareysche Aufnahmekapsel auf, die durch einen langen Gummischlauch mit einer Mareyschen Zeichenkapsel in Verbindung stand, deren Hebel auf einer um eine verticale Achse sehr langsam rotirenden Trommel zeichnete. Senkrecht unter der Spitze des Hebels zeichnete ein mit einem elektrischen Uhrwerk in Verbindung stehender Elektromagnet alle fünf Secunden eine Marke. Wenn ich jetzt den freien Schenkel der T-Canüle verschloss, so athmete das Thier durch das Inspirationsventil ein, die ausgeathmete Luft ging jedoch durch das Exspirationsventil und die sehr

leicht gehende Gasuhr. War ein Liter hindurchgetreten, so schlug der Hammer an die Membran der Aufnahmekapsel, die Erschütterung pflanzte sich durch den Gummischlauch zur Zeichenkapsel fort und der Hebel, der sonst auf der Trommel eine Horizontale zeichnete, machte nun einen kleinen Ausschlag. Die Entfernung zwischen je zwei Signalen entsprach also je einem Liter ausgeathmeter Luft, und die Zeit, die dazu verflossen war, konnte mit Leichtigkeit aus der darunter geschriebenen Zeitmarkirung berechnet werden.

Selbstverständlich überzeugte ich mich mit Hilfe eines Spirometers davon, dass die Gasuhr die Luftvolumina richtig anzeigte. Die Thiere athmeten durch den Apparat ganz ruhig, selbst längere Zeit hindurch, die Athemfrequenz änderte sich nicht wesentlich, woraus zu ersehen war, dass die Widerstände, die der Apparat der Athmung des Thieres entgegensetzte, nur unerheblich sein konnten.

Ich bestimmte also die Athemvolumina bei normalen, narkotisirten Thieren, und nachdem ich denselben einseitigen und doppelseitigen geschlossenen Pneumothorax gemacht hatte. Mehrere solcher Versuche ergaben das Resultat, dass die Athemvolumina weder durch einseitige, noch durch doppelseitige Eröffnung und Schliessung des Pleuraraumes geändert wurden. Um nur ein Beispiel anzuführen, so athmete eine mittelgrosse, morphinisirte Katze vor der Operation nach gleich aufeinanderfolgenden Bestimmungen je ein Liter in 86, 70, 72, 68, 72, 78, 80, 75 Secunden, d. i. im Mittel in 75,1 Secunden, nach einseitigem Pneumothorax je ein Liter in 75, 76, 80, 75, 72 Secunden, im Mittel in 75,6 Secunden, nach doppelseitigem Pneumothorax je ein Liter in 72, 76, 75, 73, 77, 75, 80, 76, 73 Secunden, im Mittel in 75,2 Secunden.

Ich bin nicht in der Lage, die Grösse des Thoraxdruckes gleich nach der Operation in diesem Falle anzugeben, da ich die Katze noch 24 Stunden am Leben liess; jetzt betrug derselbe — 17 mm Wasser, was immerhin für eine Katze eine sehr bedeutende Herabsetzung des intrathoracalen Druckes ist.

In anderen Versuchen, besonders an Kaninchen, traten allerdings mehr oder weniger starke Verminderungen des Athemvolumens nach Aufhebung des negativen Thoraxdruckes ein, jedoch können diese durch später zu erwähnende ungünstige Ereignisse beim Verschliessen des Pneumothorax bedingt gewesen sein und schon ein einziger gelungener Versuch, wie der obige, beweist, dass eine erhebliche Herabsetzung des negativen Thoraxdruckes ohne Einfluss auf die Grösse des Athemvolumens sein kann.

Der Athemmechanismus ändert sich nach Beseitigung des negativen Thoraxdruckes auch in der Beziehung nicht, als einseitige und doppelseitige Vagusdurchschneidung bei Kaninchen und Katzen auf Frequenz und Tiefe der Athmung den normalen Einfluss hat, d. h. eine bedeutende Vertiefung und Verlangsamung der Athmung hervorbringt. So betrug z. B. bei einem Kaninchen die Athemfrequenz nach doppelseitigem Pneumothorax 16 in 15 Secunden, nach einseitiger Vagusdurchschneidung 12, nach doppelseitiger 8 in 15 Secunden und bei einer Katze mit doppelseitigem Pneumothorax 13, nach einseitiger Vagusdurchschneidung 9, nach doppelseitiger 6 in 15 Secunden. Dass also derselbe regulirende Einfluss der Vagi auf die Athemfrequenz und Tiefe auch nach der Aufhebung des negativen Thoraxdruckes noch fortbesteht, ist deshalb von Interesse, weil nach der auf die Hering-Breuer'schen Versuche gestützten, ziemlich verbreiteten Annahme die

bei der Inspiration eintretende Zerrung der Lungenendigungen des Vagus die Inspiration beseitigt und die Exspiration veranlasst, hier aber die bei der Exspiration collabirten Lungen bei der Inspiration viel weniger gedehnt werden, als dies normal der Fall ist, und doch ebenso prompt die Exspiration erfolgt; und weil, wenn ein bestimmter Collapszustand der Lungen die Inspiration bedingt, hier die Inspiration noch vor beendeter Exspiration eintreten müsste, da derjenige Grad von Collaps, der unter gewöhnlichen Bedingungen die Inspiration veranlassen soll, hier schon früher erreicht ist, bevor noch die Exspiration zu Ende gegangen ist.

Nachdem ich so experimentell gezeigt habe, dass der Fortfall respective eine bedeutende Herabsetzung des negativen Pleuradruckes weder auf Circulation noch auf Athmung von erheblicherem Einfluss zu sein braucht, dürfte es vielleicht von Interesse sein, sich zu überlegen, wie denn unter so veränderten Verhältnissen sich der Athemmechanismus gestalten muss.

Gerade durch die beiden Momente, durch die sich das Donders'sche Thoraxmodell von dem normalen Thorax unterscheidet, unterscheidet sich auch der Thorax nach Anlegung von doppelseitigem geschlossenem Pneumothorax von dem normalen: einmal sind die Pleuraräume lufthaltig, während sie normal luftleer sind, und zweitens liegen die Lungen collabirt, d. h. unter Ausgleichung ihrer elastischen Spannung in den Pleurasäcken, während sie in der Norm noch am Ende der Exspiration ziemlich bedeutend gespannt sind, wodurch sie ja die Negativität des Pleuradruckes bedingen. Der erste Umstand, die Lufthaltigkeit der Pleurahöhlen, ist jedenfalls ohne bestimmenden Einfluss auf den Athemmechanismus, denn bei der Inspiration muss sich die Pleuraluft verdünnen und die Lunge wie normal ausdehnen. Der Verlust

der elastischen Spannung der Lungen muss dagegen in einer ganz bestimmten Weise die Athmung beeinflussen; denn ebenso, wie ich einer geringeren Kraft bedarf, um in eine collabirte Gummiblase ein bestimmtes Luftquantum hineinzutreiben, als wenn ich dasselbe Quantum in die schon ausgedehnte Gummiblase hineinbefördern will, ebenso werden die Athemmuskeln eine geringere Anstrengung nöthig haben, um in die collabirte Lunge dieselbe Luftmenge hineinzusaugen, als in die normal schon ausgedehnte Lunge. Die Folge davon wird sein, dass die Inspiration leichter und schneller von Statten geht als normal. Umgekehrt muss die Exspiration erschwert und verlangsamt sein, denn die weniger ausgedehnte Lunge wird auch weniger leicht dasselbe Luftquantum austreiben können als die mehr gedehnte normale, da ja die bei der Spannung der Lunge aufgespeicherte lebendige Kraft der Hauptfactor für die Exspiration ist. Ich habe nun zwar an der Athmung der Thiere nach Aufhebung oder bedeutender Herabsetzung des negativen Pleuradruckes dieses Verhältniss nicht gut constatiren können, konnte jedoch an mehreren Blutdruckscurven nachweisen, dass die Zeit, während welcher der der Exspiration entsprechende, annähernd mit dem absteigenden Schenkel der Athmungsschwankung zusammenfallende Curventheil verlief, nicht unerheblich länger dauerte als der der Inspiration entsprechende, wodurch mir bewiesen scheint, dass in der That die Dauer der Inspiration eine kürzere war, als die der Exspiration.

Des Weiteren ist es von vornherein klar, dass zwei verschiedene Athemmodi nach Anlegung und Schluss des Pneumothorax möglich sind. Nenne ich nämlich den Zustand der Lunge, in den sie nach Eröffnung der Pleura und Ausgleich des innen und aussen herrschen-

den Drucks verfällt, Collapszustand, so wird, wenn ich den Pneumothorax am Ende der Exspiration schliesse, die Lunge bei der folgenden Inspiration ausgedehnt werden, um bei der Exspiration wieder in den Collapszustand überzugehen; schliesse ich dagegen den Pneumothorax am Ende einer Inspiration, so wird bei der nun erfolgenden Exspiration die Lunge aus dem Collapszustand in den der Compression übergehen und bei der Inspiration wieder zum Collapszustand zurückkehren. Dazwischen würden die Fälle liegen, bei denen nicht auf der Höhe, sondern in einem andern Stadium von In- oder Exspiration der Pneumothorax geschlossen wird; diese Fälle würden sich bald dem am Ende der In-, bald dem am Ende der Exspiration geschlossenen nähern und analoge Verhältnisse, nur weniger ausgeprägt, darbieten; ich lasse sie daher ausser Betracht. Man könnte sich denken, dass beide Athemmodi genügen, um das Leben zu erhalten; ich habe jedoch schon oben bemerkt, dass, während bei einer Reihe von Thieren die Anlegung von doppelseitigem geschlossenem Pneumothorax absolut keine Veränderungen im Organismus hervorrief, eine Anzahl anderer Thiere schneller oder langsamer daran zu Grunde ging. Bei den ersten Versuchen hatte ich nicht darauf geachtet, in welcher Athemphase ich den Pneumothorax schloss, nach der oben gemachten Ueberlegung schien es mir aber wahrscheinlich, dass es doch einen bedeutenden Unterschied macht, ob man den Schluss in der Exspiration oder in der Inspiration erfolgen lässt, und dass davon das Gelingen des Versuches abhängen dürfte.

Um der Entscheidung dieses Punktes näher zu treten, nähte ich die Thoraxwunde nicht zu, sondern führte eine conische, am weiteren Ende mit einem durch eine Klammer verschliessbaren Gummischlauch armirte Glascanüle in die Pleura ein und befestigte sie durch einen

circulär um die Canüle durch Haut und Musculatur herumgeführten Faden so, dass neben der Canüle keine Luft entweichen konnte. Die Canüle war an ihrer Spitze so weit, dass sehr schnell ein Ausgleich des Pleuradruckes mit dem der Atmosphäre stattfinden musste. Ich schloss jetzt die Canüle am Ende der Exspiration und machte dasselbe auf der anderen Seite. Die Thiere zeigten danach keine Abnormität, sondern verhielten sich so, wie das oben als allgemeines Ergebniss eines gelungenen, d. h. das Leben in keiner Weise gefährdenden Versuches geschildert ist.

Wurde dagegen jetzt eine Canüle geöffnet und nach einigen Athemzügen am Ende der Inspiration geschlossen, und, wo es noch anging, dasselbe auf der andern Seite gemacht, so gingen die Thiere öfters schon nach einseitiger, sicher aber nach doppelseitiger Schliessung unter den Zeichen der Erstickung zu Grunde: Die Athmung wurde bedeutend vertieft und verlangsamt, die Exspiration besonders sehr langgezogen und kraftlos, die Pulse wurden verlangsamt. die ihnen entsprechenden Manometerausschläge sehr hoch, der Blutdruck stieg zunächst erheblich, fiel jedoch bald bis auf ein Minimum ab; die Athemvolumina nahmen so beträchtlich ab, dass sie oft gar nicht mehr bestimmt werden konnten, die Thiere vermochten kaum die Luft durch den Apparat hindurchzutreiben, öfters waren sie auch schon todt, bevor nur das erste Liter ausgeathmet war. Die Lungen, oder wenn das Thier schon nach einseitig am Ende der Inspiration geschlossenem Pneumothorax zu Grunde ging, nur die eine Lunge, fanden sich, bei Kaninchen wenigstens, in den meisten Fällen fast vollkommen oder ganz anektatisch, selbst wenn das Thier in der kürzesten Zeit nach Verschluss des Pneumothorax starb, als Zeichen dafür, dass eine bedeutende Compression der collabirten

Lungen bei der Exspiration stattgefunden haben musste.

Bei einigen Katzen gelang es mir, den drohenden Tod dadurch abzuwenden, dass ich die Canülen wieder öffnete und nach einigen Athemzügen am Ende der Exspiration verschloss, worauf sich die Thiere sehr schnell erholten.

Wurde der Pneumothorax beiderseits bei einer mittleren Thoraxstellung geschlossen, so trat ebenfalls Erstickung ein, sie zog sich aber in die Länge. Während dieser Zeit habe ich bei Kaninchen in mehreren Fällen Cheyne-Stokes'sche Athmung beobachten können, die sich auch an den graphisch aufgezeichneten Athemschwankungen des Blutdrucks in schönster Weise markirte. Der Blutdruck selbst hatte dabei nur die Höhe von circa 40 mm Quecksilber. In allen diesen Fällen fanden sich bei der Section beide Lungen vollkommen anektatisch.

Aus diesen letzteren Experimenten folgt also, dass in der That die Athemphase, in welcher der Thorax geschlossen wird, von der weittragendsten Bedeutung für die Thiere ist und dass der günstigste Moment, ihn zu schliessen, das Ende der Exspiration, der ungünstigste das Ende der Inspiration ist.

Ueberblickt man noch einmal die hier mitgetheilten Versuche, so kommt man zu dem Resultate, dass die absolute Negativität des Thoraxdruckes für die Erhaltung ausreichender Athmung und Circulation nicht nothwendig ist. Dagegen wird dem ja auch nach Anlegung und Schliessung eines Pneumothorax nicht behinderten, mit der Ein- und Ausathmung einhergehenden periodischen Wechsel des im Thorax herrschenden Druckes eine wesentliche Bedeutung für den Kreislauf nicht wohl abgesprochen werden können. Ein

vielleicht noch grösserer Einfluss dürfte aber der selbstständigen Ansaugung zuzuschreiben sein, die nach den bekannten Untersuchungen von Goltz und Gaule das Herz bei seiner Erweiterung auf den Blutstrom ausübt.

Zum Schluss sei mir gestattet, Herrn Professor Dr. Hermann für die gütige Erlaubniss zur Benutzung der Hilfsmittel des hiesigen physiologischen Institutes und das Interesse, das er an meiner Arbeit genommen, und Herrn Professor Dr. Langendorff für die Unterstützung, die er mir während meiner Arbeit durch Rath und That hat zu Theil werden lassen, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Thesen.

I. Die pathologische Bindegewebsneubildung wird ausschliesslich durch Wucherung der fixen Bindegewebszellen, Endothelien der Lymph- und Blutgefässcapillaren vermittelt, nicht durch ausgewanderte farblose Blutzellen.

II. Die habituelle Skoliose entsteht auf der Grundlage primärer Entwicklungsasymmetrieen im Wirbelrippenbogen.

Vita.

Ich, Rudolf Cohn, bin am 23. April 1862 in Schneidemühl geboren. Von April 1870 bis zum 16. September 1880, an welchem Tage ich das Zeugniss der Reife erhielt, besuchte ich das Kneiphöfische Gymnasium zu Königsberg in Pr. Ich widmete mich dem Studium der Medicin an der hiesigen Albertus-Universität, bestand am 12. Juli 1882 das Tentamen physicum, am 4. Februar 1886 das medicinische Staatsexamen und am 19. Februar 1886 das Examen rigorosum.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen folgender Herren Professoren und Privatdocenten:

Albrecht, Baumgarten, Benecke, Berthold, Bohn, Burow (†), R. Caspary, Dohrn, Falkson, Grünhagen, Hertwig, Jacobson, Jaffe, Langendorff, Lossen, Merkel, Münster, Naunyn, Neumann, Pape, Petruschky, Pincus, Samuel, Schneider, Schoenborn Schreiber, Schwalbe, Seydel, Stetter, Treitel, Vossius, v. Wittich (†), Zaddach (†).

Allen diesen meinen verehrten Lehrern sage ich meinen herzlichsten Dank.